



TOGETHER
for a sustainable future

OCCASION

This publication has been made available to the public on the occasion of the 50th anniversary of the United Nations Industrial Development Organisation.



TOGETHER
for a sustainable future

DISCLAIMER

This document has been produced without formal United Nations editing. The designations employed and the presentation of the material in this document do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the Secretariat of the United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries, or its economic system or degree of development. Designations such as “developed”, “industrialized” and “developing” are intended for statistical convenience and do not necessarily express a judgment about the stage reached by a particular country or area in the development process. Mention of firm names or commercial products does not constitute an endorsement by UNIDO.

FAIR USE POLICY

Any part of this publication may be quoted and referenced for educational and research purposes without additional permission from UNIDO. However, those who make use of quoting and referencing this publication are requested to follow the Fair Use Policy of giving due credit to UNIDO.

CONTACT

Please contact publications@unido.org for further information concerning UNIDO publications.

For more information about UNIDO, please visit us at www.unido.org

We regret that some of the pages in the microfiche copy of this report may not be up to the proper legibility standards, even though the best possible copy was used for preparing the master fiche

07044

Distr. RESERVADA

UNIDO/ITD.358

3 noviembre 1975

ESPAÑOL

Original: INGLES

ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA
EL DESARROLLO INDUSTRIAL

OPERACIONES SIDERURGICAS EN EL SALVADOR ,

TS/ELS/74/002

EL SALVADOR

Informe final

Preparado para el Gobierno de El Salvador por la Organización
de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial

Basado en la labor de Jack Robert Miller, experto en siderurgia

1d.75-8149

Notas explicativas

A menos que se indique otra cosa, el término "toneladas" se refiere a toneladas métricas.

A menos que se indique otra cosa, el término "dólares" y el signo correspondiente (\$) se refieren a dólares de los EE.UU.

El tipo de cambio utilizado para la conversión del colón (¢) de El Salvador a dólares (\$) de los EE.UU. es el siguiente: \$1 = ¢ 2,50.

En este informe se han utilizado las siguientes abreviaturas:

CONAPLAN	Consejo Nacional de Planificación y Coordinación Económica
INSAFI	Instituto Salvadoreño de Fomento Industrial

Las denominaciones empleadas en esta publicación y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene no implican de parte de la Secretaría de las Naciones Unidas, juicio alguno sobre la condición jurídica de ninguno de los países, territorios, ciudades o zonas en ella citados o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras.

La mención de nombres de empresas y de productos comerciales no entraña juicio alguno al respecto por parte de la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI).

Indice

	<u>Página</u>
RESUMEN	1
INTRODUCCION	3
<u>Capitulo</u>	
I. Conclusiones	6
Yacimientos de mineral de hierro	6
Yacimientos de lignito	9
Fabricación de acero y laminación	9
Relaciones entre la industria y el Gobierno	11
Operaciones de fundición	13
Personal calificado	15
Nueva planta siderúrgica	15
Infraestructura	17
Reducción directa	17
Procesos de reducción directa a base de carbón	18
Operaciones siderúrgicas integradas	19
Estimación de las necesidades de inversión para el proyecto de reducción directa	21
Aumento de ingresos y de rentabilidad mediante el proyecto de reducción directa	21
Informe de viabilidad	22
II. Recomendaciones	24
<u>Anexos</u>	
I. Descripción de puesto	25
II. Producción, importaciones, exportaciones y consumo de acero en El Salvador, 1966-1973	26
III. Consumo aparente per capita de acero en El Salvador, 1966-1973	27
IV. Precios unitarios del acero en El Salvador, 1966-1973	28
Notas y referencia	29

RESUMEN

El proyecto "Operaciones siderúrgicas en El Salvador" (TS/ELS/74/002), emprendido por la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI), tiene como objetivos investigar la posibilidad de establecer en El Salvador una planta de producción de hierro basada en la reducción de mineral de hierro y adaptada a las necesidades del país y de la región, hacer un análisis de la industria siderúrgica establecida en el país, y formular recomendaciones para mejorar las instalaciones existentes y sus operaciones. En este informe se recogen las conclusiones del experto.

En el curso de las investigaciones efectuadas en El Salvador durante las tres primeras semanas de junio de 1975, se inspeccionó el yacimiento de mineral y el futuro emplazamiento del proyecto, se visitaron plantas industriales y se celebraron entrevistas. El experto presentó sus primeras observaciones y opiniones en un memorando preliminar de fecha 20 de junio dirigido al Sr. T. Trisciuzzi (ONUDI-Viena) y al Sr. K.G. Singh (PNUD-El Salvador). Este informe constituye la versión definitiva de ese memorando e incluye información adicional que el experto obtuvo con posterioridad a la presentación del memorando preliminar.

No existen reservas conocidas de mineral de hierro, de valor económico, en El Salvador y no hay indicios de que existan reservas económicamente recuperables de lignito o de otras formas de reductores de carbono. La fabricación de productos de acero en el país habrá de basarse, por lo tanto, en el empleo de materiales importados en bruto (mineral de hierro, carbones no coquizables) o en forma semiacabada (tochos, lingotes).

La capacidad de fabricación de acero y de laminación de las tres acerías relativamente pequeñas que funcionan en El Salvador es muy despareja. Se han conseguido niveles de producción de unas 40.000 toneladas anuales de barras de refuerzo y perfiles laminados sólo gracias a la importación de grandes cantidades (más de 30.000 toneladas al año) de lingotes y tochos. La puesta en marcha, a principios de 1976, de una nueva acería en Acajutla capaz de producir más de 80.000 toneladas anuales de tochos eliminará en gran parte la necesidad actual de importar materiales semiacabados. Obligará, sin embargo, a importar en su lugar grandes tonelajes de chatarra de acero.

En razón de las fuertes y frecuentes reducciones en la disponibilidad de chatarra de acero durante los períodos de mayor demanda de acero, y en razón de las fuertes fluctuaciones de su precio en el mercado internacional,

convendría construir una planta de reducción directa cerca del puerto de Acajutla para suministrar esponja de hierro a la nueva fábrica de tochos y a las ya existentes en el país. Esta planta de reducción directa produciría acero a partir de mineral de hierro y de carbón. Estos materiales también tendrían que importarse, pero en ambos casos el abastecimiento sería más regular, y el costo sería inferior y estaría sujeto a menos fluctuaciones que en el caso de la importación de chatarra de acero.

Debe autorizarse, lo antes posible, la realización de un estudio de viabilidad sobre una planta para la reducción directa de mineral de hierro. Un estudio de este tipo, realizado por una organización competente, costaría de 33.000 a 40.000 dólares y podría completarse en un período de entre 12 y 18 semanas.

La producción de fundición de hierro en El Salvador está dominada por una sola empresa que aporta casi el 90% de la producción anual del país (aproximadamente 4.000 toneladas al año). Aunque las instalaciones disponibles son por lo general viejas, el actual tonelaje podría duplicarse sin dificultad si se contara con las materias primas férreas necesarias para la labor de fundición. Por lo tanto, puede considerarse que la capacidad de fundición de hierro existente será suficiente para satisfacer la demanda interna durante los próximos diez años, siempre que se remedie la actual escasez de materias primas férreas. La esponja de hierro procedente de la planta de reducción directa prevista sería un complemento excelente para las cargas de chatarra de hierro que actualmente se procesan en las fundiciones.

El Salvador no cuenta con fundiciones dedicadas únicamente a la producción de piezas fundidas de acero. La demanda interna de acero fundido, que es ínfima, puede ser satisfecha por cualquiera de las tres acerías existentes.

INTRODUCCION

Autorización

Previa solicitud del Gobierno de El Salvador, la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI) nombró un experto en producción siderúrgica para que realizara una misión de un mes de duración. Los trabajos sobre el terreno se iniciaron en El Salvador el 31 de mayo de 1975, prolongándose hasta el 20 de junio de 1975. Con posterioridad, se efectuaron algunas visitas a fábricas y se celebraron algunas entrevistas en Argentina, del 25 al 26 de junio y el 3 de julio, en el Brasil, del 7 al 10 de julio y en México, del 21 al 22 de agosto de 1975. Además, se obtuvo información, por escrito y por teléfono, de diseñadores y proveedores de equipo de los Estados Unidos, Italia y la República Federal de Alemania, con quienes también se celebraron consultas.

Alcance y plan de la misión

Según los objetivos aprobados por la ONUDI para esta misión, debía estudiarse "la factibilidad del establecimiento de una planta productora de hierro sobre la base de reducción de mineral de hierro en escala adecuada a las necesidades del país y de la región" y elaborarse "análisis y recomendaciones sobre las industrias de fundición de hierro y acero establecidas en el país". Estas tareas abarcan la mayor parte de los trabajos especificados en la descripción de puesto (Anexo I).

En la descripción de puesto figura el plan general de la misión. Cabe señalar que este estudio interesa directamente al Consejo Nacional de Planificación y Coordinación Económica (CONOPLAN) y al Instituto Salvadoreño de Fomento Industrial (INSAFI). Uno de los objetivos de estas dos entidades es desarrollar las industrias siderúrgica y metal-mecánica del país como parte del Plan Nacional de Desarrollo, en el que se prevé, para los años 1971 a 1977, una tasa de crecimiento de la demanda interna de un 19,2% al año para los productos metálicos y de un 26,9% al año para los productos industriales en general. Según se desprende de este Plan, el Gobierno atribuye una gran importancia al robustecimiento de las industrias metálicas básicas por medio de la explotación de los recursos mineros del país y de la determinación de los procedimientos más indicados para su aprovechamiento.

Se señala el interés del INSAFI por desarrollar una industria siderúrgica basada en la reducción del mineral de hierro procedente de los yacimientos de

Metapán, los cuales, según se cree, contienen unos 3 millones de toneladas de mineral. El INSAFI efectúa prospecciones en estos yacimientos para obtener una evaluación más precisa de sus reservas de hierro, y está buscando, al mismo tiempo, procedimientos apropiados para la reducción de este mineral en una escala apropiada a las necesidades internas del país. Se menciona, sin darle demasiada importancia, la posibilidad de exportar a otros países centro-americanos. Sin embargo, se da prioridad a la satisfacción de las necesidades internas de El Salvador debido al creciente costo de los productos siderúrgicos importados y a las grandes dificultades con que se tropieza al tratar de obtener materias primas para las industrias siderúrgica y de la fundición, todo lo cual repercute directamente sobre la industria metal-mecánica. Se subraya y analiza el problema de las materias primas para las operaciones de fundición de hierro: en 1974, la carencia de chatarra de arrabio mantuvo la producción de las fundiciones a un nivel de 7.000 toneladas anuales, frente a una demanda interna de hierro calculada en 35.000 toneladas al año.

Por último, en la descripción de puesto se caracteriza a la industria metal-mecánica de El Salvador como una industria formada en gran parte por pequeñas fundiciones dotadas de un equipo modesto, un 80% del cual es anti-ouado, y que produce piezas fundidas a costo elevado y de baja calidad. No se formula ningún comentario sobre las acerías del país.

Labor sobre el terreno

Tras una serie inicial de reuniones celebradas el 2 y el 3 de junio de 1975 con representantes de la ONUDI, el PNUD, el INSAFI y el CONAPLAN, se iniciaron una serie de visitas sobre el terreno y de entrevistas relacionadas con tres grandes temas de interés: las supuestas reservas de mineral de hierro del país, la industria siderúrgica de El Salvador, y las operaciones de fundición del país. Durante los 20 días siguientes, el experto recorrió más de 1.600 kilómetros para inspeccionar yacimientos de mineral de hierro en las cercanías de Metapán y de Itabasco, acerías y fundiciones en Zacatecoluca, Cojutepeque, Acajutla y San Salvador, los proyectos para la construcción de plantas de generación de energía eléctrica en Cerrón Grande y Ahuachapán, y las instalaciones portuarias de La Libertad y Acajutla. Se examinaron datos y planes en diversas entidades gubernamentales e industriales, y se discutieron con funcionarios e ingenieros los planes y los problemas relacionados con las operaciones de las acerías y fundiciones en funcionamiento.

Informe preliminar

Con la conformidad de los representantes locales del PNUD y de la ONUDI, se preparó un memorando como texto preliminar de un futuro informe final que había de redactarse después que se hubiesen actualizado ciertos datos mediante consultas con fuentes situadas fuera de El Salvador. El memorando preliminar, presentado el 20 de julio, fue examinado detalladamente con el Sr. K.G. Singh, del PNUD, y con el Dr. A. Vieytez Canas, del CONAPLAN, y sobre una base más general con el Coronel E. Vides Casanova y el Licenciado Linares Campos del INSAFI. Se enviaron copias del memorando preliminar a las dependencias competentes de la ONUDI y del PNUD en Viena, San Salvador, Ciudad de Guatemala y Nueva York.

Este documento, que incorpora gran parte del informe preliminar sobre "Operaciones siderúrgicas en El Salvador", se presenta ahora como informe final del proyecto.

I. CONCLUSIONES

Yacimientos de mineral de hierro

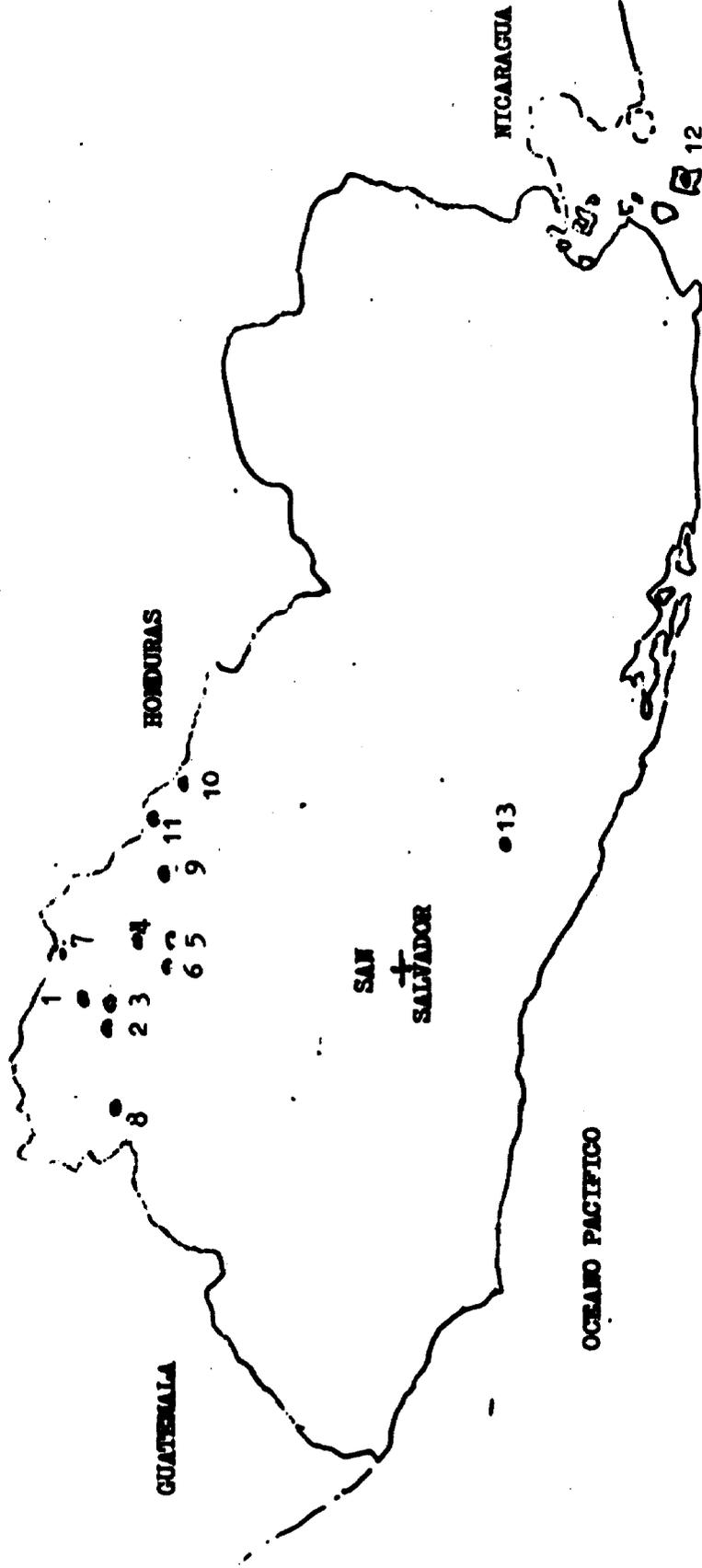
Después de realizar inspecciones en cuatro yacimientos cercanos a Metapán (El Cobano, El Pinal, El Colorado y El Tajado), el experto llegó a la conclusión de que en El Salvador no existían reservas conocidas de minerales de hierro de valor económico.

La estimación hecha por el INSAFI, que sitúa la magnitud de las reservas de mineral de hierro de Metapán en unos tres millones de toneladas, se basa en sus propios estudios y en los registros geoquímicos y geofísicos del CEG (Centro de Estudios Geográficos) y del PNUD [1]. Se informa que continúa la labor de perforación a fin de "formular una evaluación precisa de los yacimientos". Sin embargo, a juicio del experto, no hay buenas perspectivas de llegar a conclusiones favorables con respecto a la posible recuperación de mineral utilizable [2]. Esta posición está respaldada por la opinión del Sr. Albert E. Holburn, miembro de la Interamerican Geodesic Survey, quien ha estudiado los yacimientos metalíferos de El Salvador y de otros países de Centroamérica durante más de un decenio. También concuerda con las conclusiones del Sr. David G. Wahl, quien en mayo de 1975 completó un estudio patrocinado por la ONUDI sobre formaciones ferrosas en El Salvador [3].

El 20 de mayo, el experto discutió con el Sr. Wahl las observaciones que éste había efectuado in situ, durante el mes de marzo, en los yacimientos de mineral de hierro cercanos a Metapán. Basándose en las visitas efectuadas a esos mismos yacimientos cuatro meses más tarde, el experto estuvo plenamente de acuerdo con la conclusión del Sr. Wahl de que "las cuatro formaciones ferrosas -El Cobano, El Pinal, El Colorado y el Tajado- tienen poco valor económico como fuente de mineral de hierro debido a que su tamaño es limitado y a que el mineral de hierro que contienen es de baja ley. No se debe conceder más atención a estos yacimientos". Esta evaluación es digna de crédito puesto que aunque desde hace muchos años se conoce la existencia de estos yacimientos de mineral de hierro en Metapán, los mismos no aparecen en el Estudio de los Recursos en Mineral de Hierro del Mundo, compilado en 1968 [4].

Es distintas épocas, aún durante el período colonial, se registraron otras formaciones ferrosas en los Departamentos de Chalatenango, La Unión y Santa Ana (véase el mapa). A excepción de uno de los casos, los resultados de la evaluación efectuada por el Sr. Holburn no son más alentadores que las conclusiones del experto con respecto a los cuatro yacimientos de Metapán.

EL SALVADOR: YACIMIENTOS DE MINERAL DE HIERRO



Los límites que figuran en este mapa no implican juicio alguno al respecto por parte de las Naciones Unidas.



Departamento de Santa Ana

1. Ingenio San José - cerca de La Majadita
2. El Cobano - cerca de Metapán
3. El Pinal - cerca de Metapán
4. Ingenio San Miguel - en San Miguel
5. El Tajado - cerca de Cuyuiscat
6. El Colorado - cerca de La Ceibita
7. Anguiatu - cerca de la frontera con Guatemala, ruta 12
8. Los Negritos - cerca de Chucumba

Departamento de Chalatenango

9. La Calera - cerca del Llano de la Virgen
10. San Fernando - en San Fernando
11. Las Pilas - cerca del Valle de Jesús

Departamento de La Unión

12. Isla Meanguera

Departamento de La Paz

13. San Antonio - en San Antonio

La excepción se refiere a ciertas anomalías poco comunes observadas en la Isla Meanguera (Nº 12 en el mapa), que pueden ser causadas por la presencia de grandes cantidades de magnetita y/o hematita. Según el Sr. Holburn, estos interesantes indicios, descubiertos casualmente hace varios años, no han sido objeto de investigaciones ulteriores.

Yacimientos de lignito

En el mandato de la misión no se menciona el tema de los reductores de mineral de hierro; sin embargo, a efectos del presente análisis, este asunto reviste no menos importancia que el del propio mineral de hierro. Siguiendo una sugerencia del geólogo del INFASI, Sr. Arturo Marroquín, en el sentido de que pudieran existir en el país reservas de lignito, el experto llevó a cabo un breve examen de la literatura técnica disponible en San Salvador. Como resultado del mismo se encontró una memoria bien documentada, publicada por W.H. Grebe en marzo de 1954, que figura en las "Comunicaciones" de la Universidad Nacional [5]. Según el Sr. Grebe, los yacimientos de lignito de Los Frailes (cerca de Ilobasco), que se describen como "los únicos de valor económico en El Salvador", son difíciles de explotar y de muy baja calidad, y su magnitud es insuficiente para justificar su explotación [6]. Después de inspeccionar, el 6 de junio, la zona en que se encuentran las mencionadas capas de lignito, el experto concordó con esa conclusión.

Fabricación de acero y laminación

En El Salvador hay tres plantas siderúrgicas en funcionamiento, las cuales produjeron en conjunto unas 60.000 toneladas de productos acabados en 1973, principalmente bajo la forma de barras y varillas. Este volumen de producción representó un nivel elevado, habiéndose registrado durante los 5 años anteriores una producción anual media de 38.840 toneladas. Sin embargo, como puede verse en el cuadro 1, los volúmenes de las operaciones de fabricación de acero y de laminación son muy desparejos.

Acero S.A. (ACERO) es la mayor de las tres plantas siderúrgicas pequeñas del país. Su planta, situada en Zacatecoluca, fabrica el 60% de los productos laminados en El Salvador. Corinca S.A. (CORINCA), situada en Cojutepeque, produce algo más del 30%, y la Siderúrgica Salvadoreña (SIDERURGICA), situada en la capital, produce el resto. Una cuarta fábrica, Claper S.A., suspendió sus operaciones en enero de 1975, y la reanudación de sus actividades, si esto sucede alguna vez, no se prevé para el futuro próximo. ACERO y SIDERURGICA han venido

funcionando por más de 50 años y 35 años, respectivamente; las instalaciones actuales de CORINCA fueron establecidas hace unos 10 años. En todas las fábricas, la laminación de tochos se hace en trenes laminadores de varillas con cambio de dirección de la pieza ("cross country").

CORINCA y SIDERURGICA llevan a cabo las operaciones de fundición de chatarra en hornos eléctricos de 6 toneladas y 4 toneladas, respectivamente; ACERO, que dispone únicamente de un horno de inducción de 2 toneladas, es esencialmente una planta siderúrgica no integrada. Para su funcionamiento, las tres plantas dependen de la compra de chatarra, pero ACERO y CORINCA deben importar también cantidades considerables de productos de acero semiacabados. En ACERO, el 90% del acero que se lamina en sus instalaciones consiste en tochos adquiridos en el exterior.

Con el fin de reducir este alto grado de dependencia con respecto a las importaciones, los directores de ACERO, que también tienen a su cargo una planta siderúrgica en Guatemala, están construyendo en Acajutla instalaciones modernas que permitirán producir unas 100.000 toneladas de tochos de colada continua a partir de chatarra de acero. Pero cabe señalar que será necesario importar casi toda la chatarra que se necesite para este proceso, de manera que con la instalación de la nueva planta, ACERO, que dependía de la importación de productos de aceros semiacabados, pasará a depender de la importación de chatarra de acero. Sin embargo, no existe ninguna seguridad de que será más fácil importar chatarra que tochos, especialmente en épocas de elevada demanda de acero.

Cuadro 1

Niveles estimados de capacidad de producción de las instalaciones siderúrgicas existentes en El Salvador, julio de 1975

Capacidad estimada	Fábricas			Total
	ACERO	CORINCA	SIDERURGICA	
<u>Actual</u>				
Fabricación de acero ^{a/}				
Horno - t/carga	2	6 a 8	4	12 a 14
Fabricación de acero				
- t/a	2.500	8.000	4.500	15.000
Laminación ^{b/} - t/a	18.500	11.200	3.300	33.000
Laminación ^{a/} - t/a	40.000	40.000	5.000	85.000
<u>Final</u>				
Fabricación de acero				
- t/a	3.000	11.500	5.500	20.000
Laminación - t/a	50.000	45.000	5.000	100.000

^{a/} Capacidad instalada.

^{b/} Laminación efectiva, 1974.

La producción de ACERO consiste en un 80% de barras de refuerzo, un 6% de alambre y productos de alambre y un 14% de lingotes; la producción de CORINCA y SIDERURGICA consiste prácticamente en un 100% de barras de refuerzo. Los gastos de explotación son elevados debido a los grandes aumentos registrados en los precios de las materias primas, la energía eléctrica y los suministros. Los costos de mano de obra, aunque siguen siendo relativamente bajos, han aumentado considerablemente en los últimos dos años. Los costos elevados se han mantenido aun después de la disminución de la demanda de acero registrada desde septiembre de 1974. Esto ha colocado tanto a ACERO como a CORINCA en una posición difícil, puesto que ambas fábricas disponen de existencias de tochos importados en 1974 a precios sumamente elevados (350 a 450 dólares la tonelada), material que puede adquirirse actualmente por la mitad de ese precio (200 dólares la tonelada). Como los precios del acero en el mercado mundial son considerablemente más bajos, ambas empresas han sufrido grandes pérdidas en la primera parte de 1975. Para evitar que estos reveses se repitan en el futuro, CORINCA proyecta ampliar la capacidad de fundición de su horno eléctrico en Cojutepeque, y ACERO está construyendo en Acajutla la nueva planta mencionada.

Relaciones entre la Industria y el Gobierno

Las relaciones entre las tres empresas siderúrgicas y los organismos gubernamentales son razonablemente cordiales, si bien estos últimos controlan el volumen de exportación a través de un sistema de concesión de licencias y establecen las listas de precios para el mercado interno. Esas buenas relaciones de trabajo sugieren la posibilidad de que los interesados del sector privado y del sector público inicien esfuerzos tendientes a la formación de empresas mixtas, con o sin participación de terceros, en relación con cualquier nuevo proyecto industrial que pueda requerir una inversión de capital relativamente grande.

El experto se reunió con el personal directivo de cada una de las tres plantas siderúrgicas en San Salvador, y varios días más tarde visitó las plantas con el fin de inspeccionar las instalaciones y celebrar conversaciones con el personal operacional de cada una de las fábricas. En el cuadro 2 figuran en forma resumida ciertos detalles sobre las diferentes plantas.

Cuadro 2

Detalles sobre las plantas siderúrgicas de El Salvador^{a/}

	<u>ACERO S.A.</u>	<u>CORINCA</u>	<u>SIDERURGICA</u>
<u>Ubicación</u>			
Oficinas	San Salvador	San Salvador	San Salvador
Planta	Zacatecoluca	Cojutepeque	San Salvador
<u>Equipo</u>	Horno de inducción de 2 toneladas	Horno eléctrico de 6-8 toneladas	Horno eléctrico de 4 toneladas
	Tren laminador de varillas con cambio de dirección de la pieza ("cross country")	Tren laminador de varillas con cambio de dirección de la pieza y con doble caja de acabado	Tren laminador de varillas con cambio de dirección de la pieza
	Máquinas de estirado de alambre, y de fabricación de clavos, materiales para cercas y alambre de púas		Fundición de piezas de acero
<u>Condición del equipo</u>	El equipo es antiguo pero ha sido bien utilizado y mantenido. La maquinaria adicional fue construida por la propia empresa	El equipo es razonablemente moderno pero de diseño anticuado. La mayor parte de la maquinaria adicional fue comprada a otras empresas	El equipo es antiguo, pero su utilización y mantenimiento han sido razonablemente adecuados. Todas las instalaciones y los servicios fueron construidos en la propia planta
<u>Producción</u>			
Capacidad de producción de lingotes de acero (t/a)	2.500	8.000	4.500
Producción de acero (t/a)	18.500	11.200	3.300
Calidad	Regular a buena	Buena	Regular
<u>Personal</u>	230	150	160
<u>Administración</u>	"Enérgica"	Positiva	"Satisfactoria"

^{a/} Los datos se basan en la información que el experto obtuvo durante las visitas a las fábricas efectuadas los días 12 y 13 de junio de 1975.

Operaciones de fundición

Piezas de hierro fundido. En El Salvador se producen anualmente unas 4.000 toneladas de piezas de hierro fundido. Los talleres Sarti (SARTI), con una producción anual de 3.500 toneladas, dominan la industria. Entre las demás fundiciones del país figuran los Talleres Biollo (BIOLLO) y E. Daglio & Co. (DAGLIO), cada una de las cuales produce unas 200 toneladas anuales de piezas de hierro fundido, y varios talleres de tamaño muy pequeño en su mayor parte dedicados a la fabricación de piezas por encargo. Las principales instalaciones de fundición están ubicadas en San Salvador o cerca de esa ciudad, y han estado en funcionamiento durante 30 años o más. SARTI posee una segunda planta que podría ampliarse en una fecha posterior; sus instalaciones, que datan de 50 años atrás y se hallan ubicadas en la capital, se encuentran en buenas condiciones y funcionan bien; su producción actual de más de 3.000 toneladas anuales podría duplicarse fácilmente.

El problema principal de todas las fundiciones es la prolongada escasez de chatarra de hierro fundido, principal materia prima para la carga destinada a los cubilotes. Las piezas de hierro fundido son de calidad variable, principalmente porque se producen a base de chatarra de metal de baja ley adquirida localmente. El arrabio y el coque para fundición se importan de fuentes europeas y latinoamericanas, a menudo a precios elevados. Este hecho produce una repercusión adversa en los costos de las existencias, similar a la que afecta a los productores nacionales de acero. Afortunadamente, se trata de cantidades pequeñas y, siempre que se registrase alguna mejora en el suministro de material ferrífero, las actuales instalaciones de fundición serían adecuadas para producir unas 9.000 toneladas anuales de piezas de hierro fundido. Por consiguiente, la capacidad instalada de fundición de hierro es suficiente para satisfacer los aumentos previstos de la demanda interna de piezas de hierro fundido durante los próximos 10 años, siempre que se disponga de las materias primas necesarias. Todas las personas encargadas de operaciones de fundición que fueron entrevistadas expresaron gran interés por la posibilidad de utilizar mineral de hierro de reducción directa como sustituto de parte de sus necesidades de chatarra de hierro fundido. En el cuadro 3 figuran detalles sobre las tres fundiciones inspeccionadas los días 10 y 17 de junio.

Quadro 3

Detalles sobre las fundiciones de acero de El Salvador

	<u>SARTI</u>	<u>BIOLLO</u>	<u>DAGLIO</u>
Ubicación	San Salvador	San Salvador	San Salvador
Equipo	6 cubilotes en la planta principal (5, 4, 3, 2,5, 1,5, 0,5 t/h), más 2 cubilotes en la planta nueva (4, 3 t/h)	3 cubilotes (5 ^a , 2,5, 1 t/h)	2 cubilotes (5 ^a , 2 t/h) más un horno eléctrico ^b (0,5 t/h)
Condición del equipo	Bien mantenido	Bien mantenido	Mal mantenido
Producción (t/a)	3.500	180	180
Operaciones de fundición (d/semana)	2 a 3	1	1
Personal	200	35	30
Administración	Regular a buena	Buena	Mala
Actitud	Buena, "exitosa"	Positiva	"Satisfactoria"

^{a/} No utilizados.

^{b/} Utilizado con poca frecuencia.

Piezas de acero fundido. No existen en el país fundiciones dedicadas exclusivamente a la producción de piezas de acero fundido. La demanda de estos productos es mínima y es satisfecha casi enteramente por la más pequeña de las tres plantas siderúrgicas existentes (SIDERURGICA). Las otras dos plantas siderúrgicas, y por lo menos dos de las fundiciones, están en condiciones de complementar la capacidad de fundición de acero de SIDERURGICA cuando, en ciertas ocasiones, la demanda lo hace necesario.

Fundición no ferrosa. Cada una de las tres fundiciones de hierro produce cantidades pequesísimas de piezas fundidas de aluminio, latón y bronce, cobre y aleaciones. En total, la producción a base de fundición no ferrosa representa algo más del 5% de la producción total de las fundiciones.

Transformación de metales. Todas las fundiciones están vinculadas con talleres mecánicos, que comprenden departamentos de soldadura y dependencias de conformación, que en todos los casos parecen ser de mayor tamaño que las instalaciones de fundición. Los talleres están equipados con maquinaria que, aunque tiene muchos años de servicio y es en general anticuada, parece ser razonablemente adecuada para hacer frente a la carga de trabajo y satisfacer el volumen de pedidos.

Personal calificado

Existe en el país una manifiesta escasez de personal calificado a los niveles de supervisión y gestión. Si bien la Universidad tiene facultades de ciencias y de ingeniería, no se dan cursos de metalurgia, a excepción de un curso especial recientemente patrocinado por la UNESCO. Evidentemente, la capacitación de técnicos e ingenieros para la industria siderúrgica se considera como una responsabilidad de las empresas siderúrgicas y de fundición. Aunque el personal profesional existente es experimentado en su esfera de trabajo, sus conocimientos técnicos han sido adquiridos en forma autodidacta, y al parecer no se hace ningún esfuerzo por preparar a la gente joven que habrá de ocupar esos puestos en el futuro. Si bien esta situación puede ser tolerable considerando el bajo nivel actual de las operaciones siderúrgicas, no resultará en absoluto satisfactoria como base para establecer en el país operaciones integradas de mayores dimensiones.

Nueva planta siderúrgica

La insuficiencia de la capacidad de fabricación de acero y de laminación en El Salvador ha sido superada, en el pasado, mediante la importación de acero semiacabado procedente de fuentes extranjeras. Por ejemplo, en 1973 se adquirieron más de 35.000 toneladas de lingotes y tochos de acero al carbono a un costo de más de 5 millones de dólares, suma que representó el 30% de los desembolsos de capital (17 millones de dólares) destinados ese año a las importaciones de acero. Para comienzos de 1976, ya no será necesario efectuar desembolsos tan grandes para la adquisición de lingotes y tochos en el extranjero, debido a la puesta en marcha de una nueva planta siderúrgica semiintegrada, la Siderúrgica Centroamericana del Pacífico, S.A. (PACIFICO), en Acajutla. Como se ha indicado, estas instalaciones están siendo construidas por ACERO.

La nueva planta dispondrá de un horno eléctrico de 45 toneladas y de un laminador de tochos de colada continua, de tres cajas. Se ha previsto la

posibilidad de instalar otro horno de fundición de acero y añadir una caja más al laminador de tochos. Inicialmente, la nueva planta tendrá una capacidad de producción de 80.000 a 100.000 toneladas anuales de tochos de acero. Con el segundo horno eléctrico de fundición, la adición de una cuarta caja al tren de laminación y ciertas ampliaciones y modificaciones de menor importancia, la capacidad de producción de las instalaciones de Acajutla llegará a cerca de 200.000 toneladas anuales de tochos.

La energía eléctrica será suministrada por tres generadores diesel de 7.000 kW que funcionarán a base de fueloil Bunker C. Para la primera fase de las operaciones se requerirán aproximadamente 100.000 toneladas de chatarra de acero, la mayor parte de las cuales habrá de ser importada. Por consiguiente, la mayor parte de la producción de acero de El Salvador pasará a depender de la importación de chatarra de acero en lugar de tochos, como ocurría en el pasado.

La idea de introducir la producción local de tochos en El Salvador, tanto para el mercado interno como para la exportación a los países vecinos, es excelente. Sin embargo, en el futuro habrá que superar dificultades considerables, puesto que el suministro de chatarra de acero será cada vez más difícil [7] debido al alza constante de los precios de la chatarra en el mercado mundial, donde se registran incluso alzas bruscas cuando la demanda de acero es elevada. Ultimamente, tales períodos de intensa actividad en el mercado del acero han venido ocurriendo en forma casi regular en ciclos de cuatro años, pudiéndose prever que el próximo período de gran demanda ocurrirá en 1977. Es probable que la nueva planta de Acajutla, que para entonces estará alcanzando su capacidad de producción especificada, deba hacer frente a una grave escasez de chatarra, con costos consiguientemente elevados e inestables. Tal situación se repetirá en Acajutla cada vez que se registre un alza rápida de precios en el mercado internacional del acero.

Las variaciones en la oferta y el precio de la chatarra de acero impondrán grandes restricciones durante períodos en que la capacidad de producción de acero en El Salvador tendría máximas posibilidades de crecimiento. Estas limitaciones se podrían reducir mucho si los productores de acero del país, que dependen de la importación de chatarra de acero, en forma directa en Acajutla e indirecta en las tres plantas existentes, pasasen a depender de la importación más segura de mineral de hierro procedente de países como Brasil, Chile, Perú y Venezuela, y de carbón no coquizable proveniente del Canadá (parte occidental), Colombia y Chile. Ese cambio de régimen de dependencia, de

la importación de chatarra a la de mineral de hierro y carbón, sería posible si se estableciera cerca de la fábrica de Acajutla una planta de reducción directa de mineral de hierro ("esponja de hierro").

Infraestructura

Según las observaciones realizadas durante las investigaciones llevadas a cabo en El Salvador, la infraestructura parece ser en conjunto satisfactoria. Hay muy buenas carreteras cerca de San Salvador, y en particular las que unen esa ciudad con las zonas productoras de acero de Acajutla, Cojutepeque, Zacatecoluca y otros centros de consumo en San Vicente, San Miguel y La Unión. Estas carreteras son adecuadas para el mayor tráfico de camiones que puede preverse una vez que PACIFICO entre en funcionamiento. Las instalaciones portuarias de Acajutla son modernas y están bien trazadas; en caso necesario, pueden ampliarse para hacer frente a las importaciones de chatarra y a las exportaciones de tochos de la nueva planta siderúrgica. La adición de un segundo sistema de cintas transportadoras facilitaría las operaciones de descarga a granel de mineral de hierro y carbón.

Puesto que la nueva fábrica de Acajutla dispondrá de energía eléctrica procedente de su propio generador diesel para satisfacer sus necesidades, el sistema energético de la zona parece ser suficiente para los pequeños recargos que puedan producirse posteriormente, aun sin requerir asistencia de las nuevas instalaciones geotérmicas de Ahuachapán.

Reducción directa

Muchas de las personas que el experto conoció en El Salvador tenían conocimiento del proceso de reducción directa y una idea general de la forma en que podría aplicarse en el país. El asunto fue discutido en cierto detalle con personal de las plantas siderúrgicas y de las fundiciones, y, en general, con el personal directivo y funcionarios de INSAFI y CONAPLAN. En vista de que se dispone de un volumen considerable de literatura [8], no se describirán aquí las características técnicas del proceso de reducción directa, sino que tan sólo se señalará que, en la actualidad, hay dos sistemas disponibles: uno se basa en reductores gaseosos, y el otro en la utilización de carbón en forma sólida. Como el país no posee recursos de gas natural [9] y la importación de ese gas en cantidades limitadas es difícil y puede llegar a ser prohibitivamente costosa, el experto consideró que una pequeña operación basada en la utilización de carbón sería la más adecuada para El Salvador.

Se pueden considerar dos procesos diferentes de reducción directa que requieren reductores de carbón en forma sólida. Como ejemplos, se pueden citar: la planta SL/RN de 60.000 t/a, cuyo funcionamiento comercial está actualmente a cargo de Aços Finos Piratini S.A. en Porto Alegre (Brasil), para la que se utilizan nódulos (pellets) y carbón de baja calidad con gran proporción de cenizas, ambos de producción nacional; y el proceso Kinglor Metor, [10] suministrado por la empresa Danieli Co. de Italia. Se prevé que la primera instalación comercial de este tipo, una unidad de 40.000 t/a, entrará en funcionamiento a fines del presente año, y que una segunda planta del mismo tamaño comenzará a funcionar en marzo de 1976 [11].

Procesos de reducción directa a base de carbón

El proceso SL/RN se realiza en un cilindro giratorio con revestimiento refractario al que se ha dado una ligera inclinación hacia la horizontal de manera que el mineral y el carbón que se alimentan por un extremo se muevan hacia adelante por efecto de la gravedad y, tras pasar por varias zonas de calentamiento, salgan por el otro extremo. A lo largo del cilindro se hallan colocados los quemadores, cuyos insumos se regulan y varían separadamente de modo que dentro del horno se pueda mantener longitudinalmente el perfil de temperatura deseado. El horno de Piratini, de 50 metros de longitud y 3,6 metros de diámetro, tiene una inclinación del 1,5% y puede girar a velocidades que van de 0,4 a 1,25 rev/m.

En una monografía de fecha reciente [12], los señores Balinski y Silveira, que dirigen las operaciones de reducción directa de la fábrica Piratini, describen en detalle su experiencia durante un período de 16 meses, desde que se iniciaron dichas operaciones. En vista de los problemas operacionales que fue necesario superar, es significativa y notable la decisión adoptada por la fábrica Piratini, basada en los resultados alcanzados con su horno inicial SL/RN, "de instalar una segunda unidad con una capacidad anual de producción de 220.000 toneladas de nódulos de reducción directa como primer paso de un gran plan de expansión".

Mediante el proceso Kinglor Metor (KM) se reducen mezclas de mineral de hierro y reductor de carbón en los reactores del horno de cuba que se calientan por el exterior. La mezcla se alimenta a una zona de precalentamiento en la parte superior de la cuba, después de lo cual desciende a una zona de reducción de la que es descargada posteriormente. La carga reducida, que consiste en esponja de hierro, cenizas y reductores no quemados, se separa luego magnéticamente. Una planta con proceso KM consiste en seis reactores que, conjuntamente, forman una cuba modular que puede producir unas 20.000 toneladas anuales de hierro de reducción directa. Se pueden juntar dos o más módulos y formar plantas con capacidades anuales de 20.000 a 200.000 toneladas. Como se ha señalado, aún no se han puesto en marcha plantas comerciales, pero se han publicado descripciones detalladas indicando características de rendimiento [13], a base de la experiencia adquirida desde 1973 en la planta piloto de la fábrica Danieli, en Buttrio (Italia).

Operaciones siderúrgicas integradas

El desarrollo lógico de la industria siderúrgica de El Salvador consistiría en la plena integración de sus operaciones, mediante la construcción de una planta de reducción directa cerca de la planta siderúrgica de Acajutla. La instalación de plantas de reducción directa con una capacidad, sea de 60.000 t/a, (200 t/d) o de 160.000 t/a (500 t/d), en Acajutla, sería económicamente viable y podría servir de apoyo al establecimiento, en El Salvador, de una producción integrada de 100.000 t/a o 250.000 t/a de productos comunes de acero, respectivamente. En el primer caso, la producción estaría destinada casi enteramente al consumo interno; en el segundo, aproximadamente la mitad se destinaría al consumo interno y el resto, en su mayor parte bajo la forma de tochos, estaría disponible para su venta a plantas siderúrgicas de otros países centroamericanos. Para los próximos 10 años o más, se prevee un buen mercado para las exportaciones de acero semiacabado o para cualquier exceso de mineral de hierro de reducción directa producido en El Salvador [14]. A nivel nacional, un volumen de 100.000 toneladas de acero bruto sería suficiente para satisfacer las actuales necesidades de consumo anual por habitante, que ascienden aproximadamente a 20 kg. A juicio del experto, la demanda en el país ya sobrepasa ese nivel de utilización del acero de un 50% a un 75%. Las estadísticas sobre las que se basa esa opinión figuran en los anexos II, III y IV.

Cuadro 4

Estimación de las inversiones de capital

Construcción de plantas de reducción directa, de 60.000 t/a y
160.000 t/a, cerca de Acajutla (El Salvador)
(En millones de dólares)

Objeto	Capacidad de la planta de reducción directa	
	60.000 t/a	160.000 t/a
Planta de reducción directa, diseñada para que produzca esponja de hierro reducida al 90%-92%, a partir de nódulos o concentrados de mineral de hierro y reductores de carbón	10,1	19,3
Cinta transportadora de materia prima y depósitos adicionales en el muelle	2,2	2,6
Piezas de repuesto	0,8	1,3
Programa de capacitación	0,1	0,1
Ingeniería y consultoría	0,9	1,5
Variaciones de precios e imprevistos	<u>1,3</u>	<u>2,7</u>
Inversión de capital estimada	15,4	27,5

Cuadro 5

Estimación del aumento de los ingresos anuales como resultado de las operaciones de reducción directa en El Salvador
(En millones de dólares)

Partidas	Capacidad de la planta de reducción directa	
	60.000 t/a	160.000 t/a
<u>Ingresos anuales adicionales</u>		
Eliminación de importaciones de chatarra de acero		
90.000 t a 92 dólares/t	8,28	
200.000 t a 92 dólares/t		18,4
Ventas adicionales de tochos		
100.000 t a 32 dólares de utilidades/t	—	<u>3,2</u>
	8,28	21,6
<u>Gastos anuales adicionales</u>		
Importación de concentrados de mineral de hierro		
110.000 t a 36 dólares/t	3,96	
300.000 t a 36 dólares/t		10,8
Importación de carbón (de baja calidad)		
60.000 t a 30 dólares/t	1,80	
160.000 t a 30 dólares/t	—	<u>4,8</u>
Ingresos adicionales estimados	<u>5,76</u> 2,42 ^{a/}	<u>15,6</u> 6,0

a/ Esta cifra, aunque no representa la diferencia correcta (que es de 2,52), ha sido utilizada en el texto como base de los cálculos subsiguientes.

Estimación de las necesidades de inversión para
el proyecto de reducción directa

La inversión de capital necesaria para establecer cerca de Acajutla una planta de reducción directa a base de carbón, de 60.000 t/a de capacidad, se estima en unos 15,4 millones de dólares. Para una instalación de mayores dimensiones, con una capacidad anual de 160.000 toneladas de esponja de hierro, la inversión necesaria se calcula en 27,5 millones de dólares. Estas estimaciones, que fueron hechas después de establecer contactos directos con proveedores representativos y que se hallan sujetas a pequeñas modificaciones cuando se celebren las negociaciones contractuales, figuran en detalle en el cuadro 4 [15].

Aumento de ingresos y de rentabilidad mediante
el proyecto de reducción directa

Con el establecimiento de instalaciones de reducción directa de 60.000 t/a de capacidad será posible obtener ingresos adicionales estimados en 2,42 millones de dólares anuales; con una instalación de 160.000 toneladas de capacidad, el aumento de los ingresos sería de 6 millones de dólares. Como se observa en el cuadro 5, esas estimaciones se basan en la hipótesis de que los costos medios de los concentrados de hierro, los carbones no coquizables y la chatarra de acero serán de 36 dólares, 30 dólares y 92 dólares la tonelada, respectivamente. Se prevé que las utilidades provenientes de las ventas adicionales de tochos serán de 32 dólares la tonelada en el caso de las instalaciones de mayor tamaño.

Los ingresos estimados en 2,42 millones de dólares con una inversión de 15,4 millones de dólares en una planta de reducción directa de 60.000 t/a de capacidad, representan un rendimiento anual del 10,7% de la inversión, suponiendo una participación del 50% en el capital social, una renta imponible del 50%, una tasa de depreciación del 5%, y un interés del 10% sobre los empréstitos no correspondientes a capital social, promediados durante un período de explotación de 20 años. A continuación figuran los cálculos correspondientes al proyecto de 60.000 t/a de capacidad [16]:

$$V = \frac{E(1-t)}{k + r(1-t)} \quad \text{----- (Eq.1)}$$

donde: $V =$ inversión en capital social $= \frac{\$15,4 \times 10^6}{2} = \$7,7 \times 10^6$

$E =$ ingresos anuales después de la deducción de los pagos por concepto de interés sobre los empréstitos no correspondientes a capital social $= \$2,42 - (\$7,7 \times 0,10/2) = \$2,035 \times 10^6$

$t =$ tasa del impuesto a la renta sobre los ingresos $E = 50\%$

$r =$ tasa de depreciación $= 5\%$

$k =$ tasa media o rendimiento anual de la inversión (RAI)

Luego: $\$7,7 \times 10^6 = \frac{(\$2,035 \times 10^6) (1-0,50)}{k + (0,05) (1-0,50)}$

$$7,7 = \frac{1,0175}{k - 0,025}$$

y $k = \frac{1,0175 - 0,1925}{7,7} = \frac{0,8250}{7,7} = 0,1071$

RAI $= \underline{10,7\%}$

En el caso de la instalación de 160.000 t/a de capacidad, el rendimiento correspondiente a la inversión estimada en 27,5 millones de dólares es igual a un 16,8%. Los períodos de amortización correspondientes, de 9,3 años para la planta de 60.000 t/a de capacidad y de 6 años para las instalaciones de 160.000 t/a de capacidad, probablemente se tendrán que elevar a 11 y 7,5 años, respectivamente, debido a las reacciones más bajas de la curva de aprendizaje durante los primeros 2 a 3 años de cada operación. En cualquier caso, la planta de mayores dimensiones antes indicada ofrece ventajas evidentes. Sin embargo, cabe señalar que la planta de 60.000 t/a de capacidad, que requiere menos capital, representa una alternativa viable a pesar de sus costos de producción más elevados.

Informe de viabilidad

La elección de la planta de tamaño más apropiado se verá facilitada mediante la realización de un estudio sobre la viabilidad de establecer en El Salvador instalaciones siderúrgicas integradas basadas en el proceso de

reducción directa. Un análisis de ese tipo servirá también de orientación para otras cuestiones que pueden tener varias soluciones, por ejemplo, la elección de uno de los dos procesos a base de carbón examinados anteriormente y el uso de un sistema a base de gas o uno a base de carbón [17].

Se debe efectuar, lo antes posible, un análisis completo de viabilidad. El estudio, además de referirse a la selección del tipo y tamaño más adecuados para la construcción de la planta de reducción directa, deberá abarcar: un examen de las fuentes adecuadas de mineral de hierro, carbón y chatarra [18] y el probable costo f.o.b o c.i.f de estos materiales; una encuesta de mercado que permita proyectar el consumo interno hasta 1990 y los probables niveles de exportación a otros países centroamericanos; una recomendación sobre el emplazamiento más adecuado para la planta y una evaluación de la infraestructura disponible en la zona de Acajutla; la determinación del costo de la mano de obra, la energía eléctrica y los diversos servicios (gas, alcantarillado, etc.); recomendaciones para el establecimiento de un programa de capacitación eficaz; estimación de las inversiones de capital y los costos de producción para los dos proyectos posibles, y especificaciones generales para las principales secciones de la fábrica que se recomiende; una evaluación de rentabilidad; y un programa realista que permita completar el proyecto y ponerlo en funcionamiento en forma satisfactoria.

El costo de un estudio de viabilidad semejante debe fluctuar entre 33.000 y 40.000 dólares y, si se obtuviese cooperación oficial en El Salvador, podría terminarse en un plazo de 12 a 18 semanas. Entre el gran número de organizaciones competentes a las cuales podría encargarse la realización del estudio, se recomiendan las siguientes empresas por considerarlas plenamente calificadas:

Techint Engineering Co.- Buenos Aires (Argentina)
M.N. Dastur & Co.- Dusseldorf (República Federal de Alemania)
CENIM, c/o Universidad de Madrid - Madrid (España)
Daido Steel Co.- Nagoya (Japón)
John Miles & Partners, Ltd.- Surrey (Reino Unido)
Kaiser Steel Co.- Oakland, California (Estados Unidos de América)

II. RECOMENDACIONES

A fin de impulsar, mejorar y estabilizar la producción siderúrgica de El Salvador, se recomienda lo siguiente:

1. Ampliar la capacidad de producción de acero de su nivel actual de unas 60.000 t/a, a 250.000 t/a para 1980 y a 500.000 t/a para 1985. Estos aumentos se pueden conseguir mediante la construcción de una planta de reducción directa en las proximidades de la nueva acería PACIFICO, situada en Acajutla. La capacidad anual de la instalación de reducción directa, basada en el empleo de mineral de hierro y de carbón no coquizable importados, sería de 160.000 toneladas de esponja de hierro al año. (Como medida provisional, cabría considerar también la posibilidad de instalar una planta de tamaño más reducido, con capacidad para unas 60.000 t/a.) Esta instalación para la reducción directa de mineral de hierro podría construirse probablemente en un período de 30 a 36 meses, con una inversión total de aproximadamente 27,5 millones de dólares (15,4 millones de dólares para el proyecto más pequeño);
2. Comenzar lo antes posible los trabajos relacionados con el proyecto de reducción directa, encargando un estudio de viabilidad que debería completarse en un plazo de 12 a 18 semanas. Este estudio costaría probablemente de 33.000 a 40.000 dólares;
3. Establecer lo antes posible un programa de becas de capacitación para garantizar la disponibilidad de personal operacional, de supervisión y de gestión debidamente capacitado;
4. Establecer lo antes posible un comité de ingenieros y técnicos de contraparte para asegurar la continuidad de las actividades de apoyo al proyecto;
5. No efectuar cambios sustanciales en las fundiciones de hierro y acero existentes en El Salvador. Estas plantas tienen, al parecer, capacidad para satisfacer cualquier aumento de la demanda que pueda producirse en los próximos 10 años. En los planes para el proyecto de reducción directa se debe prever el suministro de un tonelaje adecuado de esponja de hierro para su empleo en las fundiciones de hierro existentes, a fin de complementar el suministro de chatarra de fundición;
6. Prestar la debida atención, en alguna fecha posterior, a las recomendaciones del Sr. Wahl relativas a la realización de una exploración magnetométrica desde el aire, a un costo de unos 100.000 dólares. Esta exploración aérea de la región que se extiende desde el norte de Metapán hasta la frontera con Guatemala, tendría por objeto descubrir anomalías magnéticas que puedan ser indicio de yacimientos de minerales de hierro, cobre, plomo, cinc y uranio, así como de metales preciosos. En esta exploración aérea se debe hacer un esfuerzo por confirmar la anomalía de la Isla Meanguera descrita por el Sr. Holburn, miembro de la Interamerican Geodesic Survey.

Anexo I

DESCRIPCION DE PUESTO

"El experto deberá realizar las siguientes tareas:

1. Estudiar y analizar los recursos (nacionales) de mineral de hierro sobre la base de los datos y la documentación existentes;
2. Evaluar los estudios preparados para INSAFI (Instituto Salvadoreño de Fomento Industrial) sobre la producción de hierro y acero a partir de minerales de los yacimientos de Metapán;
3. Estudiar las necesidades de materias primas de la industria metalme-cánica nacional;
4. Examinar y evaluar la capacidad y el equipo de las plantas de fundición de hierro y acero del país;
5. Estudiar, sobre la base de lo que antecede, la posibilidad de utilizar los minerales de hierro del país en procesos de reducción de tipo y a escala adecuados a la cantidad y calidad de tales minerales;
6. Recomendar medidas para contribuir a eliminar las deficiencias de las instalaciones (1) existentes de fundición de hierro y acero, inclusive la posible ampliación de las instalaciones antiguas y/o el estableci-miento de instalaciones nuevas;
7. Calcular las inversiones de capital necesarias sobre la base de un análisis preliminar;
8. Coordinar estrechamente su labor con la del experto encargado de estudiar la industria metalme-cánica del país".

* El puesto de experto en metalme-cánica estaba vacante al iniciarse el presente estudio y no se llenó durante su realización.

Anexo II

**PRODUCCION, IMPORTACIONES, EXPORTACIONES Y CONSUMO DE ACERO
EN EL SALVADOR, 1966-1973**

<u>Año</u>	<u>Producción</u> (toneladas) (miles de colones)	<u>Importaciones</u> (toneladas) (miles de colones)	<u>Exportaciones</u> (toneladas) (miles de colones)	<u>Consumo^{a/}</u> (toneladas) (miles de colones)
1966	19.340	68.934	1.546	66.960
1967	30.428	63.274	12.384	56.075
1968	40.239	66.480	19.404	50.993
1969	33.133	67.872	12.338	56.975
1970	30.459	46.193	13.448	41.569
1971	44.162	69.376	12.050	65.534
1972	46.227	62.764	13.223	68.294
1973	58.489	76.773	15.868	83.930
			11.613	45.939

Fuentes: Dirección General de Estadísticas y Censos (El Salvador) e INSAFI.

^{a/} Consumo aparente = producción + importaciones (total) - importaciones (materiales utilizados en la producción) (toneladas) - exportaciones

Consumo aparente = producción + importaciones (total) - exportaciones (colones)

Anexo III

CONSUMO APARENTE PER CAPITA DE ACERO EN EL SALVADOR, 1966-1973

Año	Población (miles de habitantes)	Consumo per cápita	
		(kg)	(colones)
1966	3.036,5	22,05	9,90
1967	3.151,1	17,79	8,59
1968	3.266,5	15,61	8,41
1969	3.390,2	16,61	8,96
1970	3.533,6	11,76	8,09
1971	3.647,1	17,76	11,60
1972	3.760,4	17,63	11,23
1973	3.772,0	22,25	15,50

Fuentes: Dirección General de Estadísticas y Censos (San Salvador)
• INSAFI.

Anexo IV

PRECIOS UNITARIOS DEL ACERO EN EL SALVADOR, 1966-1973
(dólares por tonelada)

Año	Producción	Importaciones		Exportaciones	Consumo
		Total	Materias primas		
1966	141,7	143,5	85,1	460,7	179,6
1967	143,3	136,6	87,0	175,5	193,2
1968	137,2	124,5	74,3	145,2	215,4
1969	156,1	143,3	97,1	222,4	213,3
1970	197,9	180,5	119,4	218,6	274,9
1971	185,8	158,6	107,9	201,9	256,0
1972	185,3	173,3	107,2	191,5	254,9
1973	187,8	222,1	189,9	292,7	278,7

Fuente: Anexo IV.

NOTAS Y REFERENCIAS

1. Véase, Arturo Marroquín Menéndez, "Informe General de los Depósitos de Mineral de Hierro Localizados en los Departamentos de Santa Ana y Chalatenango", (San Salvador, 7 de marzo de 1975). El Ing. Marroquín es geólogo residente del INSAFI. Prestó servicios como miembro de un pequeño grupo de contraparte designado para trabajar con el experto en El Salvador. El Ing. Marroquín posee conocimientos y experiencia adecuados en materia de exploración y evaluación de recursos minerales; sin embargo, su experiencia en materia de mineral de hierro es un tanto generalizada.
2. En las notas del consultor figuran las siguientes observaciones acerca de los yacimientos de Metapán:
 - El Cobano:** Muestras obtenidas a una profundidad de 250 a 350 pies: principalmente roca, con escaso o ningún contenido de hierro. Se investigaron dos excavaciones de foso, pero los resultados fueron poco alentadores.
 - El Pinal:** Tres excavaciones en zanja: más atractivo que El Cobano, aunque no ofrece un interés especial. Es posible que haya cobre... No se puede estimar el espesor, si bien Wahl dice que es muy delgado... Excesivamente desagregado. Ambas formaciones (Pinal y Cobano) implicarían dificultades para el acarreo del mineral a la carretera principal.
 - El Colorado:** Tres pozos y una excavación en zanja; hay indicios de un mayor potencial que en el Cobano o el Pinal... Altamente plegados; la explotación subterránea a profundidades de más de 200 metros es la más adecuada.
 - El Tajado:** Un pozo profundo y dos zanjas; semejante al Colorado. Ambas formaciones (Colorado y Tajado) pueden ser parte de un mismo sistema, pero las dos se inclinan agudamente hacia abajo... Es probable que se encuentre un elevado contenido de silicio en el mineral de hierro recuperado de las dos formaciones; se señala la posible presencia de Cu, Pb, Zn.
3. W.G. Wahl Limited, "Study of mining sector iron occurrences, El Salvador" (ELS/74/016), (Toronto, Canadá, 15 de mayo de 1975).
4. Publicación de las Naciones Unidas, N° de venta S.69.II.C.4. Esta obra es probablemente la compilación más ampliamente reconocida de los recursos de mineral de hierro a nivel mundial. Preparada por un comité de expertos nombrado por el Secretario General de las Naciones Unidas,

la obra expone en detalle la ubicación y calidad de reservas de aproximadamente 250.000 millones de toneladas de mineral de hierro, además de 500.000 millones de toneladas de "mineral potencial". No se hace ninguna mención a la existencia de yacimientos de mineral de hierro en El Salvador.

5. Willi Herbert Grebe, "Los Lignitos del Area Ilobasco (Río Los Frailes), El Salvador"; Comunicaciones, Instituto Tropical de Investigaciones Científicas en El Salvador, (San Salvador, marzo de 1954), págs. 123 a 134.
6. Ibid., pág. 133.
7. Véase, J.R. Miller, "Changing patterns of demand for iron and steelmaking metallics in the 1975-1985 decade", Décima Reunión Anual de AIME (Nueva York, febrero de 1975). Esta publicación fue incluida en el memorando preliminar como Anexo F.
8. Véase, J.R. Miller, "Direct reduction of iron comes of age in the 1970's", Engineering and Mining Journal (mayo de 1972), págs. 68 a 76.
9. Al momento de redactarse este informe, se están realizando intensas investigaciones sobre sistemas gaseosos basados en la utilización de carbón gasificado, pero ninguna de ellas está "lista". Aunque lo estuviera, es poco probable que una pronta aplicación en la reducida escala necesaria en El Salvador fuera económicamente viable.
10. El Proceso Kinglor Metor se conoce también como sistema NP ("Novo Proceso").
11. Iron and Steel Engineer, (mayo de 1975) pág. 13.
12. Alexandre Balinski y Marco Aurelio B. Silveira, "A unidade de redução direta SL/RN da Piratini", Segundo Seminario de ILAFA sobre reducción directa (Porto Alegre, mayo de 1975).
13. F. Colautti, "Reducción directa según el proceso Kinglor Metor con reductores sólidos", Segundo Seminario de ILAFA sobre reducción directa (Porto Alegre, mayo de 1975).
14. Para un examen de las previsiones del mercado, véase ONUDI, "La industria siderúrgica en los países en desarrollo", (ID/E/C.3/35/Rev.1/Add.1) (enero de 1975). Este documento fue incluido en el memorando preliminar como Anexo G.

15. Se han elaborado los cálculos para las instalaciones Kinglor Metor y SL/RN; los primeros para una instalación de tres módulos, los segundos para una instalación de horno similar a la construida por Piratini. En las cifras de costo utilizadas se tuvo en cuenta la información suministrada en julio y agosto por los representantes de los proveedores (Alemania e Italia) e ingenieros, los constructores de las instalaciones y los operarios DR (de nacionalidad argentina, brasileña y mexicana). Aunque se da la misma cifra para las instalaciones Kinglor Metor, suministradas por Danieli (Butrio, Italia) y para las instalaciones SL/RN, suministradas por Lurgi (Frankfurt, Alemania), es probable que los precios difieran del 5% al 8% en las cotizaciones iniciales.

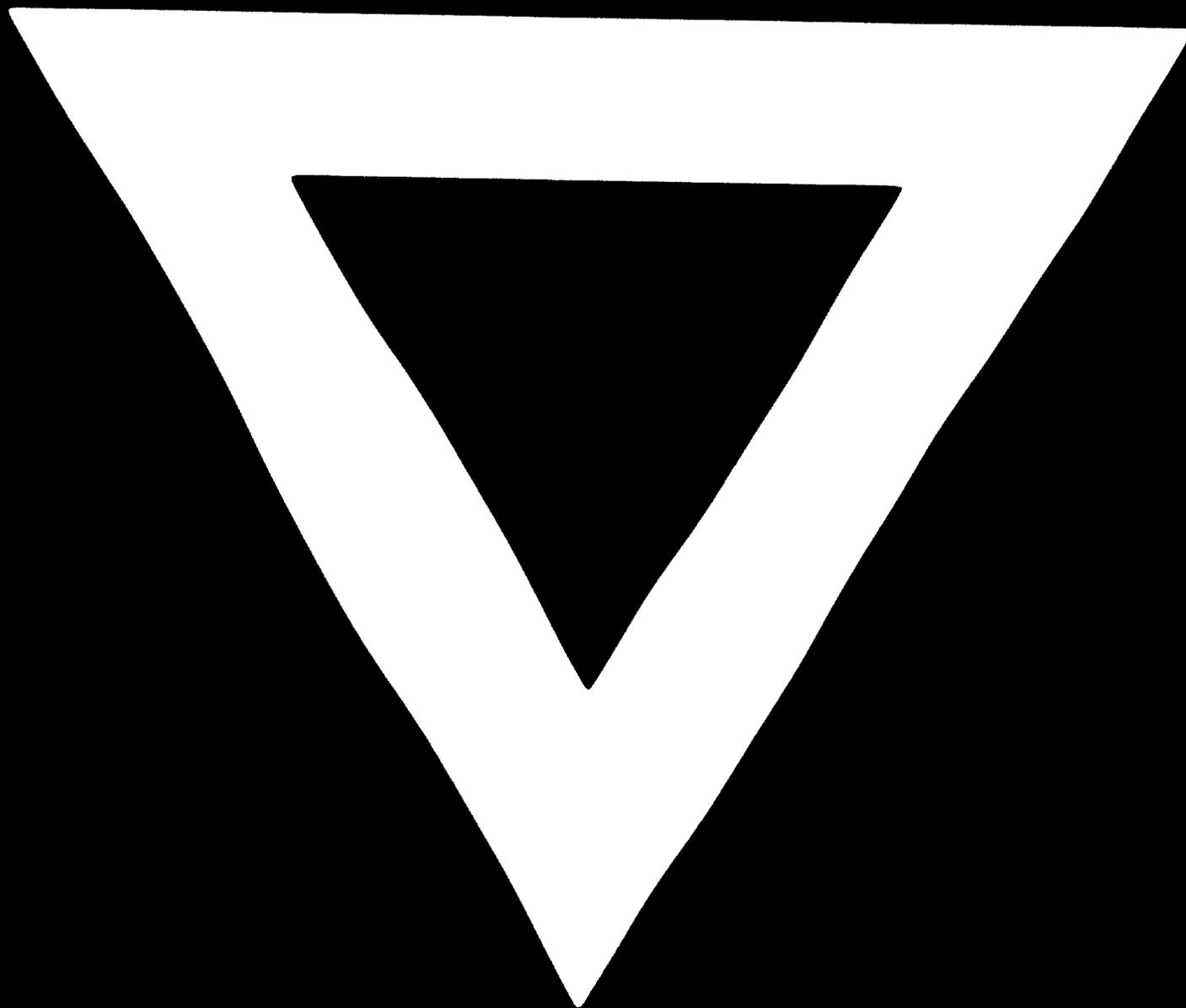
16. La ecuación (ec.1) se deduce directamente de la relación correspondiente a tres parámetros fundamentales (inversión de capital, utilidades y costos fijos) y de las condiciones necesarias para que la decisión de inversión se haga sobre una buena base. Tal es el caso cuando las utilidades de producción (menos la depreciación) de un proyecto comercial son suficientes para proporcionar una ganancia neta anual que, capitalizada a un porcentaje razonable de utilidades durante la duración del proyecto, producirá, después de deducir impuestos, una cantidad equivalente a la propia inversión o mayor que ella.

Dados los símbolos utilizados en (ec.1), las ganancias de la instalación depreciada son $(E-rV)$, y los impuestos sobre la renta en una proporción t son iguales a $(E-rV)t$. Para una ganancia anual k , las condiciones de viabilidad económica son:

$$\begin{aligned} v &\leq \frac{(E-rV)-(E-rV)t}{k} \\ \circ \quad v &\leq \frac{(E-rV)(1-t)}{k} \\ y \quad v &\leq \frac{E(1-t)}{k+r(1-t)} \end{aligned} \quad \text{----- (Ec.1)}$$

17. La selección de un proceso de reducción directa a partir de carbón podría reconsiderarse si las exploraciones de posibles yacimientos de petróleo que se están llevando a cabo actualmente en El Salvador indicasen la existencia de reservas de gas natural. Según se informa, en los próximos meses deberá presentarse un informe sobre tales exploraciones. Sin embargo, los largos períodos de preparación previos a la explotación de cualesquiera descubrimientos de gas natural probablemente harían poco conveniente la utilización de tal gas en el proyecto de Acajutla, que es el objeto del presente estudio. Véase también la Referencia (12).
18. Véase Departamento de Estudios Industriales del INSAFI, "Chatarra Ferrosa y No Ferrosa" (septiembre de 1973).

G-347



77. 10. 07